

## **ТОЧНОСТ НА АВТОМАТ ЗА ПОВЪРХНОСТЕН МОНТАЖ**

ктн. инж. Тодор Савов - ТУ, София

Микроелектронната промишленост залива пазара с нови ИС с все по-голям брой изводи и по-малка стъпка между тях. Широко са разпространени чипове с растер 0.63 mm и 100, 164, 196 или 244 извода, има чипове с растер 0.5 mm до 304 извода, с растер 0.4 mm до 384 извода, водещи фирми публикуват изследвания за корпуси с растер 0.25 и 0.2 mm и до съответно 616 и 776 броя изводи.

Това налага на потребителите на елементи за повърхностен монтаж (SMD) да се ориентират към машини и технологии, позволяващи работа с елементи с фин растер (Fine-Pitch-Devices = FPD)  $< 0.635$  и 0.5 mm, за да могат и утре да са конкурентно способни на пазара.

Монтажът на FP SMD изисква изключителна точност при разполагането на елементите и прецизно настроен процес на запояване. И двете изисквания са постижими чрез оптимизиране на производствения процес и развитие на машините за разполагане. Предпоставка за точно разполагане на FP SMD е наличието на система за обработка на изображение (Pattern Recognition = PR). Всички съвременни машини са оборудвани с PR системи, а по-старите се модернизират с добавяне на камера и компютър за обработка на изображението. Изследването на механичната точност на машината и на възможностите на PR системата, определянето на максималната грешка и минималния растер на ИС с които може надеждно да се работи е важна задача за всеки потребител и особено важна за производителите на автомати за разполагане на FP SMD.

Цел на настоящата разработка е да бъде изследвана точността на автомат за разполагане на фирмата Universal тип 4766A.

Влияние върху качеството на повърхностния монтаж оказват параметрите на следните процеси и величини:

- 1 - нанасяне на припойната паста
- 2 - толеранси на печатната платка (PCB)
- 3 - толеранси на елементите (SMD)
- 4 - разполагане на елемента
- 5 - спояване

Влиянието на 1, 5, са описани в литературата /Л. 2, 3/ а 2 и 3 са анализирани в предишни изследвания на автора /Л. 1/.

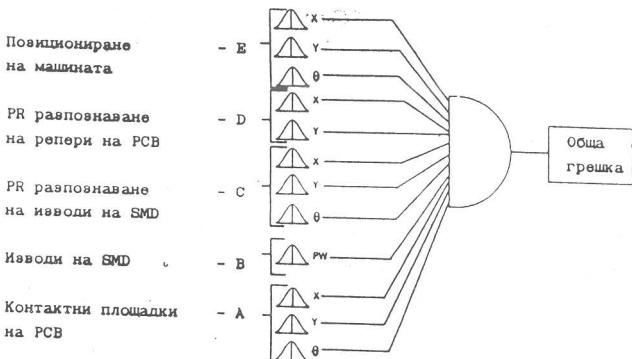
Работено е с PQFP корпуси с 132 извода и растер 0.635 mm.

Ширината на изводите при стандарт 250  $\mu$ m варира +/- 30  $\mu$ m, а растера +/- 110  $\mu$ m (измерени са > 4000 извода). Изследваните 10 броя печатни платки показват отклонение на контактните площиадки спрямо локалните репери +/- 15  $\mu$ m.

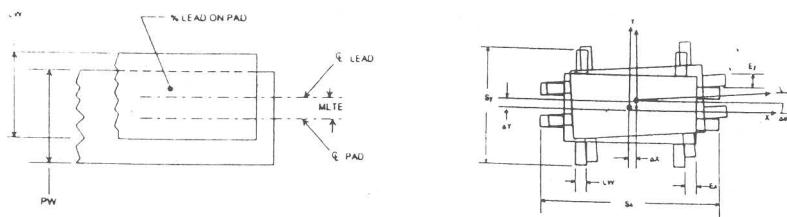
Моделът на грешките при разполагане, предизвикани от 2, 3 и 4 е представен на фиг.1. Необходимо е детайлно да се изследват и определят отделните грешки на PR системата при работа с елементи (С), при работа с PCB (D) и на механиката за позициониране на автомата по X, Y и 0 (Е). За определяне качеството на разполагане на ИС се дефинира разминаването на централните линии на извода и контактната площиадка - MLTE, изразено в проценти (фиг.2).

Отношението на грешката при разполагане по X, Y, 0 и MLTE е представено на фиг.3. Границно допустимата грешка за дален тип ИС се определя от ширината на изводите и от максималния размер между двата реда изводи Sx и Sy. На фиг.4 е представена диаграма за допустимата грешка при разполагане в зависимост от растера, ширината на изводите и дължината на схемата. За надеждна работа на автомата с FP ИС с растер 0.635 и дължина 40 mm грешката по X или Y не трябва да надвишава 60  $\mu$ m и  $0 < 0.3 \text{ deg}$ .

Проблем се явява и измерването на грешката на разположената върху печатната платка схема. Обикновено запоявящата паста и изводите покриват контактните площиадки и измерването се извършва спрямо локалните репери. По двата локални репера на платката се изчислява центъра на полето за чипа. Този център се приема за нула на координатната система и спрямо него се измерва отстоянието по X и Y на вторите изводи от всеки ъгъл на ИС (вероятността те да бъдат деформирани е значително по-малка - фиг.5). По приложените на фиг. 5 формули се изчисляват грешките по X, Y и 0 - съответно XX, YY и тангенса на ъгловата грешка. Това измерване изисква прецизен микроскоп с координатна маса и отчитане на X и Y с точност 1 - 2  $\mu$ m. Времето за определяне на централните точки на осемте извода, на отстоянието им от центъра и изчислението на грешките отнема до 30 минути, изисква висока прецизност и внимание и често е свързано със субективни и обективни грешки.



Фиг. 1 Системни грешки при разполагане на SMD

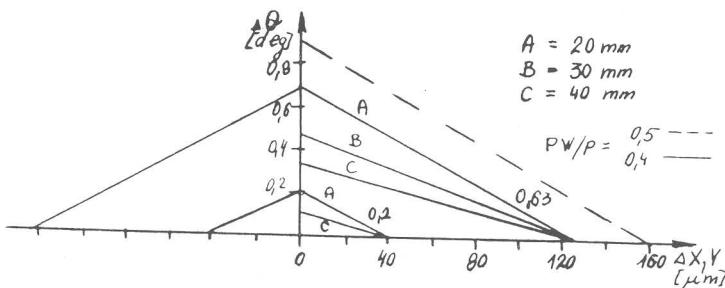


$$\text{MAX \% LEAD ON PAD} = 100 \cdot \left\{ \frac{\text{MLTE} \cdot \left( \frac{\text{PW}}{2} - \frac{\text{LW}}{2} \right)}{\text{LW}} \right\} \times 100$$

$$\text{MLTE} = \text{LARGER OF } \begin{cases} E_y = | \Delta Y_1 | + \frac{S_y}{2} \sin \Delta \theta \\ E_x = | \Delta X_1 | + \frac{S_x}{2} \sin \Delta \theta \end{cases}$$

Фиг. 2 Дефиниция за MLTE – разминаването на Pin/Pad

Фиг. 3 Изчисляване на MLTE от грешката при разполагане



Фиг. 4 Диаграма за допустимите грешки при разполагане на SMD

Проведени са изследвания на автомата Universal 4766 A при разполагане на ИС с корпус PQFP 132 извода, 0.635 mm растер. На печатна платка с размери 200 x 300 mm и с два глобални репера, освен контактните площици за множество стандартни SMD с до 84 извода и растер 1.27 mm, са разположени и две полета с локални репери и контактни площици за монтиране на 132 изводен PQFP.

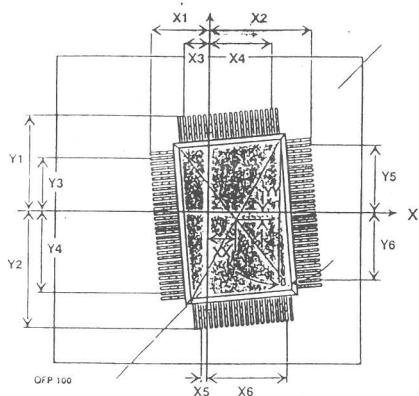
Технологията на работа е следната:

Първо с PR системата се разпознават глобалните репери, след това локалните репери и се изчислява разположението на центъра на полето за PQFP ИС по X, Y и завъртането му спрямо координатната система на машината (грешка D). Следва автоматично изваждане на ИС от тарата (главата е снабдена с набор вакуумни пинсети) и полагане на стъклена плака над втората PR система за разпознаване на чиповете. Системата разпознава изводите, изчислява централните им точки и деформацията на всеки извод по X, Y и Z спрямо останалите. Ако някой извод е с по-голяма от допустимата деформация, чипа се връща в тарата и се взема нов. Ако чипа отговаря на изискванията за монтаж се изчислява центъра му и ѝ гъльба на завъртане спрямо координатната система на машината (грешка C). Следва разполагане на чипа, като ИС се премества и завърта до съвпадане на центъра и с центъра на полето на печатната платка (грешка E). След запояване се контролира общата грешка.

За облекчаване и ускоряване на измерванията се предлага следното решение. Създава се стъклена плака с размерите 200 x 200 mm, на която с висока прецизност (грешка до 2  $\mu$ m) са разположени различни локални репери и координатна система (фигура 6). Създава се и стъклена плака с размери 50 x 50 mm, на която са разположени площици, съвпадащи с изводите на три типа корпуси (фиг.7):

- 1 - Micropack - 40 извода, растер 0.5 mm
- 2 - PQFP 132 - 132 извода, растер 0.635 mm
- 3 - PQFP 564 - 564 извода, растер 0.254 mm.

Тези структури имитират PCB и ИС за PR системата, позволяват разпознаване и разполагане, определяне на отделните грешки (C, D и E), директно отчитане на общата грешка по X, Y и Z с обикновен микроскоп за минути, многократно използване. Изгответи са на покрити с хром стъклени плаки в комбинат по микроелектроника - Дрезден. С тяхна помош се определят оптimalни осветеност и контраст на PR системите, настроиват се алгоритмите за

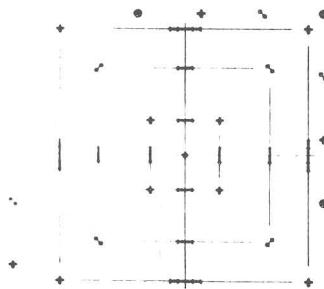


$$XX = \frac{1}{4} \cdot \left[ X_6 + X_4 - X_3 - X_5 \right]$$

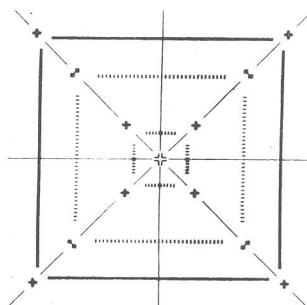
$$YY = \frac{1}{4} \cdot \left[ Y_5 + Y_3 - Y_4 - Y_6 \right]$$

$$\tan \beta = \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{X_3 - X_5}{Y_1 + Y_2} + \frac{Y_5 - Y_3}{X_1 + X_2} \right]$$

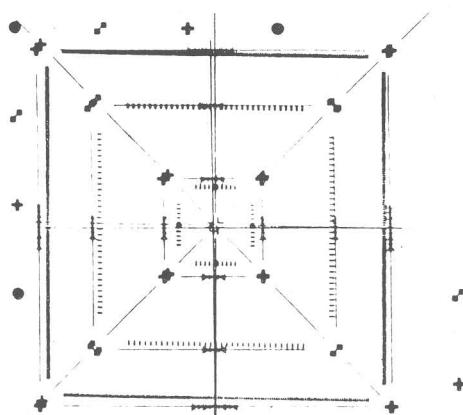
Фиг.5 Изчисляване грешката на разположена ИС



Фиг.6 Еталонна PCB



Фиг. 7 Еталонен чип



Фиг.8 Очитане на грешката на разположен еталон

разпознаване и се определят отделните грешки при разполагане на FPD на автомата Universal 4766A. Тук са дадени максималните стойности от 200 експеримента:

	Max(X, Y)	Max 0
	/um/	/deg/
PR система за платки	8	0.2
PR система за чипове	17	0.1
Механика на автомата	32	0.2
Обща грешка на разположена ИС	40	0.2

Изводите съобразно диаграмата от фиг.4 и граници б о са:

Автоматът 4766A може да работи надеждно с FPD с растер до 0.4 mm, а при прецизиране на системата за ротация и с растер 0.3 mm. Резултатите и еталонните плаки са представени в отчет за специализацията на DAAD и фирма Universal. Методът е приложим и за други автомати.

#### Литература:

1. T. Savov: Untersuchungen zur Genauigkeit beim Besteucken von Fine-Pitch-Bauelementen, TU Dresden, 1991
2. Tagungsband der Messe 'SMT/ASIC/HYBRID' 1991
3. Snyder, Westby: Parametrization of the fine pitch placement process, 1991

#### THE ACCURACY OF THE SMD PLACEMENT MACHINE

Dr. Eng. Todor Savov - TU, Sofia

The total error of the placement of the Fine-Pitch SMD on a PCB is described and the separate input errors of the SM elements, of the PCB's, of the Pattern Recognition and the machine positioning systems are specified.

Precision glass samples of a PCB and a 132/564 pin IC pin/pad structure are developed. Using multiplied recognition and placement of the samples, the parameters of the PR systems are optimized and the separate and the total errors of the placement machine Universal 4677A are measured. The finest pitch raster it can work with is determined.